

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#2  
7 Feb 02  
R. Tallo

11000 U.S. PRO  
09/996820  
11/30/01

Applicant(s): NAGASAKA, Koji

Application No.:

Group:

Filed: November 30, 2001

Examiner:

For: METHOD FOR MEASURING FAR-END REFLECTANCE OF FIBER-OPTIC  
CABLE

L E T T E R

Assistant Commissioner for Patents  
Box Patent Application  
Washington, D.C. 20231

November 30, 2001  
0717-0485P

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2000-367780	12/01/00
JAPAN	2001-269373	09/05/01

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to deposit Account No. 02-2448 for any additional fees required under 37 C.F.R. 1.16 or under 37 C.F.R. 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By:

*Charles Gorenstein*  
CHARLES GORENSTEIN

Reg. No. 29,271

P. O. Box 747

Falls Church, Virginia 22040-0747

Attachment  
(703) 205-8000  
/sl

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

NAGASAKA, Koji  
October 30, 2001  
BSK2, LLP  
(03)205-8000  
0717-0485  
1 of 2



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 9月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-269373

出 願 人

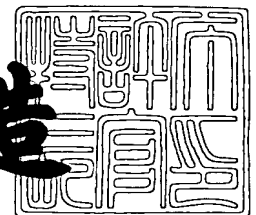
Applicant(s):

シャープ株式会社

2001年 9月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3085407

【書類名】 特許願

【整理番号】 01J02658

【提出日】 平成13年 9月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/46

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区长池町22番22号 シャープ株式会社内

【氏名】 長坂 幸二

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078282

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 秀策

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-367780

【出願日】 平成12年12月 1日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001878

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005652

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバーケーブルの一方の端面を、光信号を送信する送信機と光信号を受信する受信機とを備えた送受信機に接続する工程と、

前記光ファイバーケーブルの他方の端面を空気に開放した状態で、前記送受信機の送信機から光信号を送信し、空気に開放された端面における反射光信号を受信機にて受信して、その光量を測定する工程と、

前記光ファイバーケーブルの他方の端面に、前記光ファイバーケーブルの屈折率と同じ、あるいは同程度の屈折率を有する固形物を接触させた状態で、前記送受信機の送信機から光信号を送信し、前記固形物に接触させた端面における反射光信号を受信機にて受信して、その光量を測定する工程と、

各測定工程にてそれぞれ測定された光量に基づいて、遠端反射率を算出する工程と、

を包含することを特徴とする光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【請求項 2】 前記遠端反射率は、前記光ファイバーケーブルの屈折率と同じ屈折率を固形物が有する場合に、次の（１）式によって求められる、請求項 1 に記載の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【数 1】

$$\text{遠端反射率}(\%) = \frac{P1 - P2}{A \times B + P1 - P2} \times 100 \quad [\%] \quad \cdots (1)$$

P1: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面を空気に開放した状態での受光素子の受光光量

P2: 固形物に光ファイバーケーブルの遠端側の端面を接触させた場合の受光素子の受光光量

A: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面における光の出力

B: 受信光率

【請求項 3】 前記遠端反射率は、前記光ファイバーケーブルの屈折率と同

程度の屈折率を固形物が有する場合に、次の（２）式によって求められる、請求項１に記載の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【数２】

$$\text{遠端反射率(\%)} = \frac{P1 - (P2 - A \times a)}{A \times B + P1 - (P2 - A \times a)} \times 100[\%] \quad \dots(2)$$

P1: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面を空気に開放した状態での受光素子の受光光量

P2: 固形物に光ファイバーケーブルの遠端側の端面を接触させた場合の受光素子の受光光量

A: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面における光の出力

B: 受信光率

a: 固形物の光ファイバーに対する表面反射率

【請求項４】 前記固形物は、ゲル状になっているか、又は、エラストマーにより形成されている、請求項１～３のいずれかに記載の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【請求項５】 前記固形物は、容器内に充填されている、請求項１～４のいずれかに記載の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【請求項６】 前記容器には、前記光ファイバーケーブルの先端部分が挿入される開口部を形成した蓋が取り付けられている、請求項５に記載の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【請求項７】 前記蓋に形成された開口部に、前記光ファイバーケーブルの先端部分を取り付ける固定部材が設けられている、請求項６に記載の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【請求項８】 前記容器の内側は、光吸収材によって覆われている、請求項５～７のいずれかに記載の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【請求項９】 前記固形物は、板状に形成され、前記光ファイバーケーブルの端面を、前記固形物に対して斜めに接触させる、請求項１に記載の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【請求項 1 0】 前記固形物の周辺は、光遮光性と光吸収性とを有する材質によって覆われている、請求項 9 に記載の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一本の光ファイバーケーブルを共有して双方向に光信号を送受信する光通信システム、特に、IEEE 1394、USB 2 等の高速伝送が可能なデジタル通信システムに用いられる光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

光ファイバーケーブルを用いた従来の光通信技術について説明する。

【 0 0 0 3 】

図 6 (A) ～ (B) は、それぞれ、光ファイバーケーブルを用いた片方向通信方法を説明する概略図である。

【 0 0 0 4 】

図 6 (A) に示す片方向通信方法では、第 1 の送受信機 1 から第 2 の送受信機 2 に向かって、光ファイバケーブル 3 を介して光信号による情報の伝達を行う場合を示しており、第 1 の送受信機 1 の送信機 1 a と第 2 の送受信機 2 の受信機 2 b とが光ファイバーケーブル 3 に接続される。

【 0 0 0 5 】

また、逆に、第 2 の送受信機 2 から第 1 の送受信機 1 に向かって、光ファイバケーブル 3 を介して光信号による情報の伝達を行う場合には、図 6 (B) に示すように、第 2 の送受信機 2 の送信機 2 a と第 1 の送受信機 1 の受信機 1 b とが光ファイバーケーブル 3 によって接続される。

【 0 0 0 6 】

なお、第 1 の送受信機 1 から第 2 の送受信機 2 にのみ光信号を送信する場合には、第 1 の送受信機 1 の受信機 1 b 及び第 2 の送受信機の送信機 2 a は不要にな

り、逆に、第 2 の送受信機 2 から第 1 の送受信機 1 にのみ光信号を送信する場合には、第 2 の送受信機 2 の受信機 2 b 及び第 1 の送受信機 1 の送信機 1 a は不要になる。

【 0 0 0 7 】

さらに、第 1 の送受信機 1 から第 2 の送受信機 2 への光信号の送信と、第 2 の送受信機 2 から第 1 の送受信機 1 への光信号の送信とを実現する場合には、図 6 (C) に示すように、1 本の光ファイバケーブル 3 によって、第 1 の送受信機 1 の送信機 1 a と第 2 の送受信機 2 の受信機 2 b とが接続されて、他の光ファイバケーブル 4 によって、第 2 の送受信機 2 の送信機 2 a と第 1 の送受信機 1 の受信機 1 b とが接続される。

【 0 0 0 8 】

したがって、片方向光通信方法において、一対の送受信機間において双方向に光信号の送受信が可能な全二重通信を実施する場合には、2 本の光ファイバケーブルを用意しなければならないという問題がある。

【 0 0 0 9 】

次に、1 本の光ファイバケーブルによって、双方向に光信号を送受信することができる全二重通信方法について説明する。

【 0 0 1 0 】

図 7 (A) は、1 本の光ファイバケーブルによって双方向に光信号を送受信する方法を説明するための概略図である。

【 0 0 1 1 】

この双方向の通信方法では、第 1 の送受信機 1 1 と、第 2 の送受信機 1 2 とのそれぞれに 1 本の光ファイバケーブル 1 3 を接続する。

【 0 0 1 2 】

各送受信機 1 1 及び 1 2 には、それぞれコネクタ 1 1 a 及び 1 2 a が設けられており、光ファイバケーブル 1 3 の各端面 1 3 a 及び 1 3 b には、各送受信機 1 1 及び 1 2 のコネクタ 1 1 a 及び 1 2 a に接続されるプラグ（図示せず）がそれぞれ設けられている。

【 0 0 1 3 】

図 7 (B) は、各送受信機 1 1 及び 1 2 のそれぞれのコネクタ 1 1 a 及び 1 2 a と光ファイバケーブル 1 3 の両端面 1 3 a 及び 1 3 b を示す概略図である。

【 0 0 1 4 】

第 1 の送受信機 1 1 から第 2 の送受信機 1 2 に向けて光信号を送信する場合、送受信機 1 1 の送信機 1 1 b からコネクタ 1 1 a に接続された光ファイバケーブル 1 3 の端面 1 3 a に光信号を照射することにより、この光信号が光ファイバケーブル 1 3 内に導入されて第 2 の送受信機 1 2 に送信され、第 2 の送受信機 1 2 のコネクタ 1 2 a に接続された光ファイバケーブル 1 3 の端面 1 3 b から第 2 の送受信機 1 2 の受信機 1 2 c に光信号が照射される。

【 0 0 1 5 】

また、同様に、第 2 の送受信機 1 2 から第 1 の送受信機 1 1 に光信号を送信する場合には、送受信機 1 2 の送信機 1 2 b から光ファイバケーブル 1 3 を介して、第 1 の送受信機 1 1 の受信機 1 1 c に光信号が照射されることにより送信される。

【 0 0 1 6 】

この場合、例えば、第 1 の送受信機 1 1 の送信機 1 1 b から照射された光信号は、光ファイバケーブル 1 3 を透過して第 2 の送受信機 1 2 の受信機 1 2 c に達するが、光ファイバケーブル 1 3 の各端面 1 3 a 及び 1 3 b にてそれぞれ反射される光信号が一部に存在する。

【 0 0 1 7 】

図 8 は、光ファイバケーブル 1 3 の各端面 1 3 a 及び 1 3 b にて反射される光信号を説明する概略図である。

【 0 0 1 8 】

図 8 (A) に示すように、光ファイバケーブル 1 3 の各端面 1 3 a 及び 1 3 b が第 1 及び第 2 の送受信機 1 1 及び 1 2 のコネクタ 1 1 a 及び 1 2 a にそれぞれ接続されて、第 1 の送受信機 1 1 から第 2 の送受信機 1 2 へ光信号が送信される場合には、図 8 (B) に矢印 C で示すように、光ファイバケーブル 1 3 に光信号が入射される端面 1 3 a にて、光信号の一部が反射され（近端反射）、また、矢印 D で示すように、光ファイバケーブル 1 3 から光信号が出射される端面



1 3 b においても、光信号の一部が反射される（遠端反射）。光ファイバーケーブル 1 3 の近端側の端面 1 3 a 及び遠端側の端面 1 3 b にてそれぞれ反射される光信号は、送受信機 1 2 の送信機から送受信機 1 1 の受信機に送信される本来の光信号と共に、ノイズとなって、送受信機 1 1 の受信機 1 1 c に伝達される。

【 0 0 1 9 】

このため、光ファイバーケーブル 1 3 にて伝達される光信号が、近端反射及び遠端反射によって、どの程度減少するかを正確に測定することは重要である。

【 0 0 2 0 】

遠端反射による光信号の減少を表す遠端反射率は、例えば、光ファイバーケーブル 1 3 の端面 1 3 b から空気中に光信号を出射して、遠端反射が発生した状態で、受信機 1 3 c で受信される光信号を測定するとともに、光ファイバーケーブル 1 3 の端面 1 3 b を光ファイバーケーブル 1 3 のコアの屈折率と同じ屈折率を有する液体であるマッチングオイルに浸して、光ファイバーケーブル 1 3 のその端面 1 3 b において遠端反射が起こらない状態として、受信機 1 3 c で受信される光信号の光量を測定して、測定されたそれぞれの光信号の光量に基づいて求めている。

【 0 0 2 1 】

【発明が解決しようとする課題】

光ファイバーケーブル 1 3 の端部には、コネクタに接続されるプラグ等が取り付けられるが、光ファイバーケーブル 1 3 の端面 1 3 b を液体であるマッチングオイルに浸すと、光ファイバーケーブル 1 3 の端面 1 3 b にプラグを取り付ける際に、プラグと光ファイバーケーブル 1 3 のコアとの間にマッチングオイルが浸透するおそれがある。このため、多数の光ファイバーケーブル 1 3 の遠端反射率を測定する場合には、各光ファイバーケーブル 1 3 の端面 1 3 b からマッチングオイルを除去するための作業が必要であり、作業効率が悪化するという問題がある。

【 0 0 2 2 】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、繰り返し測定を行うことができることにより作業効率に優れた、簡便な光ファイバーケーブルの遠端反射の

測定方法を提供することを目的とする。

【 0 0 2 3 】

【課題を解決するための手段】

以上の問題を解決するため、本発明の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法は、光ファイバーケーブルの一方の端面を、光信号を送信する送信機と光信号を受信する受信機とを備えた送受信機に接続する工程と、前記光ファイバーケーブルの他方の端面を空気に開放した状態で、前記送受信機を送信機から光信号を送信し、空気に開放された端面における反射光信号を受信機にて受信して、その光量を測定する工程と、前記光ファイバーケーブルの他方の端面に、前記光ファイバーケーブルの屈折率と同じ、あるいは同程度の屈折率を有する固形物を接触させた状態で、前記送受信機を送信機から光信号を送信し、前記固形物に接触させた端面における反射光信号を受信機にて受信して、その光量を測定する工程と、各測定工程にてそれぞれ測定された光量に基づいて、遠端反射率を算出する工程と、を包含することを特徴とするものである。

【 0 0 2 4 】

このことにより、光ファイバーケーブルの端面に設置されたプラグ等の隙間に液体が浸透することがなく、容易に光ファイバーケーブルの遠端反射率を測定することができる。

【 0 0 2 5 】

また、本発明における遠端反射率の測定方法は、前記光ファイバーケーブルの屈折率と同じ屈折率を固形物が有する場合に、次の（１）式によって求められるものとするのが好ましい。

【 0 0 2 6 】

## 【数 3】

$$\text{遠端反射率(\%)} = \frac{P1 - P2}{A \times B + P1 - P2} \times 100 \quad [\%] \quad \cdots (1)$$

P1: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面を空気に開放した状態での  
受光素子の受光光量

P2: 固形物に光ファイバーケーブルの遠端側の端面を接触させた場合の  
受光素子の受光光量

A: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面における光の出力

B: 受信光率

また、本発明における遠端反射率の測定方法は、前記光ファイバーケーブルの屈折率と同程度の屈折率を固形物が有する場合に、次の(2)式によって求められるものとするのが好ましい。

【0027】

## 【数 4】

$$\text{遠端反射率(\%)} = \frac{P1 - (P2 - A \times \alpha)}{A \times B + P1 - (P2 - A \times \alpha)} \times 100 [\%] \quad \cdots (2)$$

P1: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面を空気に開放した状態での  
受光素子の受光光量

P2: 固形物に光ファイバーケーブルの遠端側の端面を接触させた場合の  
受光素子の受光光量

A: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面における光の出力

B: 受信光率

$\alpha$ : 固形物の光ファイバーに対する表面反射率

このことにより、光ファイバーケーブルの遠端反射率を簡単に測定することができる。

【0028】

また、本発明における前記固形物は、ゲル状になっているか、又は、エラスト

マーにより形成されているものであることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

このことにより、光ファイバーケーブルの端面に液状物質が浸透することなく、容易に光ファイバーケーブルの端面を遠端反射が発生しない状態にすることができる。

【 0 0 3 0 】

また、本発明における前記固形物は、容器内に充填されているものであることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

このことにより、容易に固形物を取り扱うことができる。

【 0 0 3 2 】

また、本発明における前記容器には、前記光ファイバーケーブルの先端部分が挿入される開口部を形成した蓋が取り付けられているものとすることが好ましい。

【 0 0 3 3 】

このことにより、光ファイバーケーブルの端面の周囲からの入射光を防ぐことができ、光ファイバーケーブルの端面の遠端反射率を精度よく測定することができ、また、固形物にゴミ、ホコリ等の塵埃が付着することを防止することができる。

【 0 0 3 4 】

また、本発明において、前記蓋に形成された開口部に、前記光ファイバーケーブルの先端部分を取り付ける固定部材が設けられているものとすることが好ましい。

【 0 0 3 5 】

このことにより、光ファイバーケーブルの端面の遠端反射率の測定の際に、光ファイバーケーブルの端面を手で押えておく必要がなくなり、測定が容易になる。

【 0 0 3 6 】

また、本発明において、前記容器の内側は、光吸収材によって覆われているも

のとすることが好ましい。

【 0 0 3 7 】

このことにより、容器に反射した光が光ファイバーケーブルに再入射することを防止することができる。

【 0 0 3 8 】

また、本発明における前記固形物は、板状に形成され、前記光ファイバーケーブルの先端部分を、前記固形物に対して斜めに接触させるものとするのが好ましい。

【 0 0 3 9 】

このことにより、固形物の容量を少なくすることができる。

【 0 0 4 0 】

また、本発明における前記固形物の周辺は、光遮光性と光吸収性とを有する材質によって覆われているものとするのが好ましい。

【 0 0 4 1 】

このことにより、外部光が固形物に入射することを防止することができ、また、固形物中を伝播する光が反射することを防止することができる。

【 0 0 4 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法について、図面に基づいて説明する。

【 0 0 4 3 】

図 1 は、本実施の形態の光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法を説明する概略図である。

【 0 0 4 4 】

まず、図 1 に示すように、光ファイバーケーブル 2 7 の一方の端面 2 7 a を送受信機 2 6 に接続する。送受信機 2 6 は、光信号を発信する発光素子 2 1 を有する送信機 2 2 と光信号を受信する受光素子 2 3 を有する受信機 2 4 と、送信機 2 2 からの光信号を光ファイバーケーブル 2 7 に透過させ、光ファイバーケーブル 2 7 からの光信号を受信機 2 4 に受信されるように反射させる光分岐素子 2 5 と

を備えている。

【 0 0 4 5 】

また、光ファイバケーブル 2 7 の他方の遠方側の端面 2 7 b 側には、この光ファイバケーブル 2 7 のコアの屈折率と同じ、あるいは同程度の屈折率を有する固形物 2 8 を準備する。

【 0 0 4 6 】

このような状態で、まず、図 2 (A) に示すように、光ファイバケーブル 2 7 における送受信機 2 6 に接続されていない端面 2 7 b を空气中に開放した状態として、矢印 D に示すように、光ファイバケーブル 2 7 の遠端側の端面 2 7 b にて光が反射される状態にする。そして、その状態において、遠端反射と近端反射による反射光を送受信機 2 6 にて測定する。

【 0 0 4 7 】

次に、図 2 (B) に示すように、光ファイバケーブル 2 7 の遠端側の端面 2 7 b を、光ファイバケーブル 2 7 の屈折率と同じ、あるいはほぼ同程度の屈折率を有する固形物 2 8 に接触させることにより、光ファイバケーブル 2 7 の遠端側の端面 2 7 b と固形物 2 8 との間にて屈折率差が生じない、あるいはほとんど生じない状態とする。このような状態で、送受信機 2 6 の送信機 2 2 から光信号を送信すると、光ファイバケーブル 2 7 内を伝播する光信号は、光ファイバケーブル 2 7 の端面 2 7 b で、全くあるいはほとんど反射することなく固形物 2 8 に進入する。その状態において、近端反射などによる反射光を送受信機 2 6 の受信機 2 6 にて測定する。

【 0 0 4 8 】

この固形物 2 8 として使用される材質の具体例を次の表 1 に示す。表 1 中の材質は、適度な硬度を有するとともに、アクリル製の光ファイバケーブル 2 7 の屈折率 ( 1 . 4 9 ) とほぼ同程度の屈折率 ( 1 . 4 ~ 1 . 5 1 ) を有し、光ファイバケーブル 2 7 に対する表面反射率 ( % ) が 0 . 0 0 1 % ~ 0 . 0 0 9 7 % となり、ほぼ無視することができる。

【 0 0 4 9 】

【表 1】

材料名	屈折率	光ファイバー（アクリル：屈折率 1.49） に対する表面反射率（％）
シリコーンゲル	1.4	0.0097％
ウレタンゴム	1.5	0.001％
ポリエチレンゲル	1.51	0.0044％

このようにして、光ファイバーケーブル 2 7 の遠端側の端面 2 7 b における遠端反射が、ある状態とない状態の反射光量が測定されると、各測定値に基づいて、光ファイバーケーブル 2 7 の遠端側の先端部分 2 7 b の遠端反射率を求める。

【 0 0 5 0 】

この遠端反射率は、光ファイバーケーブル 2 7 と固形物 2 8 の屈折率差が全く生じない場合には、次の（１）式により表される定義式により算出される。

【 0 0 5 1 】

【数 5】

$$\text{遠端反射率(％)} = \frac{P1 - P2}{A \times B + P1 - P2} \times 100 \quad [\%] \quad \dots (1)$$

P1: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面を空気に開放した状態での受光素子の受光光量

P2: 固形物に光ファイバーケーブルの遠端側の端面を接触させた場合の受光素子の受光光量

A: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面における光の出力

B: 受信光率

なお、上記（１）式中 A、B は、別の測定実験により求められる数値である。

【 0 0 5 2 】

また、遠端反射率は、光ファイバーケーブル 2 7 と固形物 2 8 の屈折率差が僅かに生じる場合には、次の（２）式により表される定義式により算出される。

【 0 0 5 3 】

【数 6】

$$\text{遠端反射率(\%)} = \frac{P1 - (P2 - A \times \alpha)}{A \times B + P1 - (P2 - A \times \alpha)} \times 100[\%] \quad \dots(2)$$

P1: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面を空気に開放した状態での受光素子の受光光量

P2: 固形物に光ファイバーケーブルの遠端側の端面を接触させた場合の受光素子の受光光量

A: 光ファイバーケーブルの遠端側の端面における光の出力

B: 受信光率

$\alpha$ : 固形物の光ファイバーに対する表面反射率

次に、本実施の形態の光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b の遠端反射率を実際に測定した実験例について説明する。

【0 0 5 4】

光ファイバーケーブル 2 7 の送受信機 2 6 が設置された側に対して遠端側の端面 2 7 b を空気に開放した状態として、送受信機 2 6 の送信機 2 2 から光信号を発信すると、送受信機 2 6 の受信機 2 4 の受光素子（フォトダイオード）2 3 には、0. 2 1 7  $\mu$  A の電流が検出された。

【0 0 5 5】

次に、光ファイバーケーブル 2 7 の遠端側の端面 2 7 b を光ファイバーケーブル 2 7 の屈折率と同じ屈折率を有する固形物（ゲル）2 8 に接触させた状態にして、送受信機 2 6 の送信機 2 2 から光信号を発信すると、送受信機 2 6 の受信機 2 4 の受光素子（フォトダイオード）2 3 には、0. 0 4  $\mu$  A の電流が検出された。

【0 0 5 6】

この測定の際の受光素子（フォトダイオード）2 3 の光量を電流値に変換する変換率は、0. 3 8 (A/W) であり、この変換率によって、上記電流値 (A) を光量 (W) に変換すると、光ファイバーケーブル 2 7 の遠端側の端面 2 7 b を空気に開放した場合 (0. 2 1 7  $\mu$  A) には、0. 2 1 7 ( $\mu$  A) / 0. 3 8 (



$A/W = 0.571 (\mu W)$  となり、光ファイバーケーブル 27 の遠端側の端面 27b を固形物 28 に接触させた場合 ( $0.04 \mu A$ ) には、 $0.04 (\mu A) / 0.38 (A/W) = 0.105 (\mu W)$  となる。

【0057】

したがって、 $(0.571 - 0.105) (\mu W) = 0.466 (\mu W)$  の光量が、光ファイバーケーブル 27 の遠端側 27b で反射された光による、受光素子 (フォトダイード) 23 に入る光量として検出された。

【0058】

さらに、別の実験により、光ファイバーケーブル 27 の遠端側の端面 27b から反射された光量の光信号のうち、送受信機 26 の受信機 24 の受光素子 23 に受光される割合を求め、その結果 (13.2%) から、光ファイバーケーブル 27 の遠端側の端面 27b における遠端反射の光量は、 $0.466 (\mu W) / 0.132 = 3.53 (\mu W)$  となる。

【0059】

また、光ファイバーケーブル 27 の遠端側の端面 27b に、パワーメーターを接続して、この端面 27b から放出される光量を測定すると、この端面 27b から放出される光量は、 $437.8 (\mu W)$  であった。

【0060】

以上の測定値を上記の (1) 式に代入して、 $3.53 (\mu W) / (437.8 (\mu W) + 3.53 (\mu W)) = 0.00806$  により、光ファイバーケーブル 27 の遠端側の端面 27b の遠端反射率: 0.806% が算出された。

【0061】

また、固形物 28 の屈折率が、光ファイバーケーブル 27 の屈折率と同程度の屈折率であるが、わずかな屈折率差を生じている場合、例えば、ポリエチレンゲル (屈折率: 1.51) を用いる場合、光ファイバーケーブル 27 の表面では、0.0044% の表面反射率が生じる。

【0062】

この表面屈折率の影響を考慮して、(2) 式に代入すると、 $(0.466 + 437.8 \times 0.000044) / (437.8 \times 0.132 + 0.466 + 43$

7.  $8 \times 0.000044 = 0.000352$  となり、光ファイバーケーブル 27 の遠端側の端面 27 b の遠端反射率:  $0.833\%$  が算出され、(1) 式を用いた場合の値  $0.806\%$  とほぼ同一の値が得られた。以上のように、固形物 28 の屈折率が光ファイバーケーブル 27 の屈折率とわずかに異なる場合でも、(1) 式を適用して得られた値とほとんど同一の値が得られ、特に問題はない。

【0063】

以上説明したように、本実施の形態では、光ファイバケーブル 27 の遠端側の端面 27 b を光ファイバーケーブル 27 の屈折率と同じ、あるいは同程度の屈折率を有する固形物 28 に接触させて、光ファイバーケーブル 27 の遠端側の端面 27 b の遠端反射率を測定したので、光ファイバーケーブル 27 の端面 27 b に設置されたプラグ等に液状物質が付着する等の問題が生じず、多数本の光ファイバケーブル 27 を、簡単に繰り返して測定することができる。

【0064】

光ファイバーケーブル 27 の端面 27 b に接触される固形物 28 としては、固体状物質あるいはゲル状物質を用いることができる。固形物 28 がゲル状物質である場合には、図 2 (C) に示すように、ゲル状の固形物 28 を容器 29 に入れた状態で使用される。

【0065】

また、固形物 28 としては、天然または合成ゴム等のエラストマーを用いてもよい。

【0066】

また、上記の固形物 28 は、図 3 に示すように、光ファイバーケーブル 27 の遠端側の先端部分 27 b を挿入するための穴部 30 a を形成した蓋 30 を容器 29 の上に装着してもよい。

【0067】

このような蓋 30 を装着した容器 29 に固形物 28 を充填することによって、光信号の反射の原因となるホコリやゴミ等の塵埃が固形物 28 に付着することを防止することができる。また、蓋 30 に光ファイバーケーブル 27 の遠端側の端面 27 b を挿入する穴 30 a が形成されているので、光ファイバーケーブル 27

の端面 2 7 b を蓋 3 0 の穴部 3 0 a 押し入れるだけでよく、周囲から光の入射を防止することができて、遠端反射率を精度よく測定することができる。

【 0 0 6 8 】

さらに、図 4 (A) に示すように、容器 2 9 に装着される蓋 3 0 の穴部 3 0 a に光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b を固定するための固定治具 3 1 を設ければ、図 4 (B) に示すように、光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b を容器 2 9 内の固形物 2 8 に押し当てた状態を維持することができ、遠端反射率の測定中に、光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b を容器 2 9 中の固形物 2 8 に、手によって押しあてている必要がなく、遠端反射率の測定が容易になる。

【 0 0 6 9 】

また、固形物 2 8 が入っている容器 2 9 の内側を光吸収材で覆っておけば、容器 2 9 中に伝播した光をこの光吸収材に吸収させることができ、さらに精度良く遠端反射率を測定することができる。

【 0 0 7 0 】

また、固形物 2 8 を板状に構成して、図 5 に示すように、光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b から出射される光を板状の固形物 2 8 に対して斜めに入射するようにしてもよく、この場合は、図 5 に矢印 F で示すように、固形物 2 8 中に入射された光が、光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b から離れる方向に拡散されるために、固形物 2 8 の体積を少なくしても固形物 2 8 を透過した光が再度光ファイバーケーブル 2 7 に入射することを防止することができる。

【 0 0 7 1 】

さらに、板状の固形物 2 8 の周囲を光吸収材で覆っておけば、遠端反射率を測定する際に、図 5 中の矢印 G に示すように、周囲の蛍光灯等の外部光が固形物 2 8 に入射されることを防止できるとともに、固形物 2 8 中を伝播する光を吸収することができる。

【 0 0 7 2 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光ファイバーケーブルの端面から光信号が出射される際の端面における遠端反射率を測定するに際して、光ファイバー

ケーブルの先端部分に、光ファイバーケーブルの屈折率と同じ、あるいは同程度の屈折率を有する固形物を接触させるので、精度よく遠端反射率を測定することができ、しかも、光ファイバーケーブルの端面に液状物質が付着することがないために、光ファイバーケーブルの端面に付着した液状物質を取り除く作業が不要になり、多数本の光ファイバーケーブルに対して、簡単に、遠端反射率の測定をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の光ファイバーケーブルの端面の遠端反射率の測定方法を説明するための概略図である。

【図 2】

(A) ～ (C) は、それぞれ本発明の測定方法によって、遠端反射率を測定する際の光ファイバーケーブルの端面を説明する概略図である。

【図 3】

本発明の測定方法に使用される固形物を充填するための容器を示す斜視図である。

【図 4】

(A) は、本発明の測定方法に使用される固形物を充填するための容器であって、光ファイバーケーブルの端面を挿入する穴部に固定治具を設けた容器を示す斜視図、(B) は、その容器に光ファイバーケーブルの端面を挿入した状態を示す斜視図である。

【図 5】

本発明の測定方法に使用される、板状に形成された固形物を示す側面図である。

【図 6】

(A) ～ (C) は、それぞれ光ファイバーケーブルを用いた片方向光通信技術を説明する概略図である。

【図 7】

(A) 及び (B) は、それぞれ光ファイバーケーブルを用いた双方向光通信技

術を説明する概略図である。

【図 8】

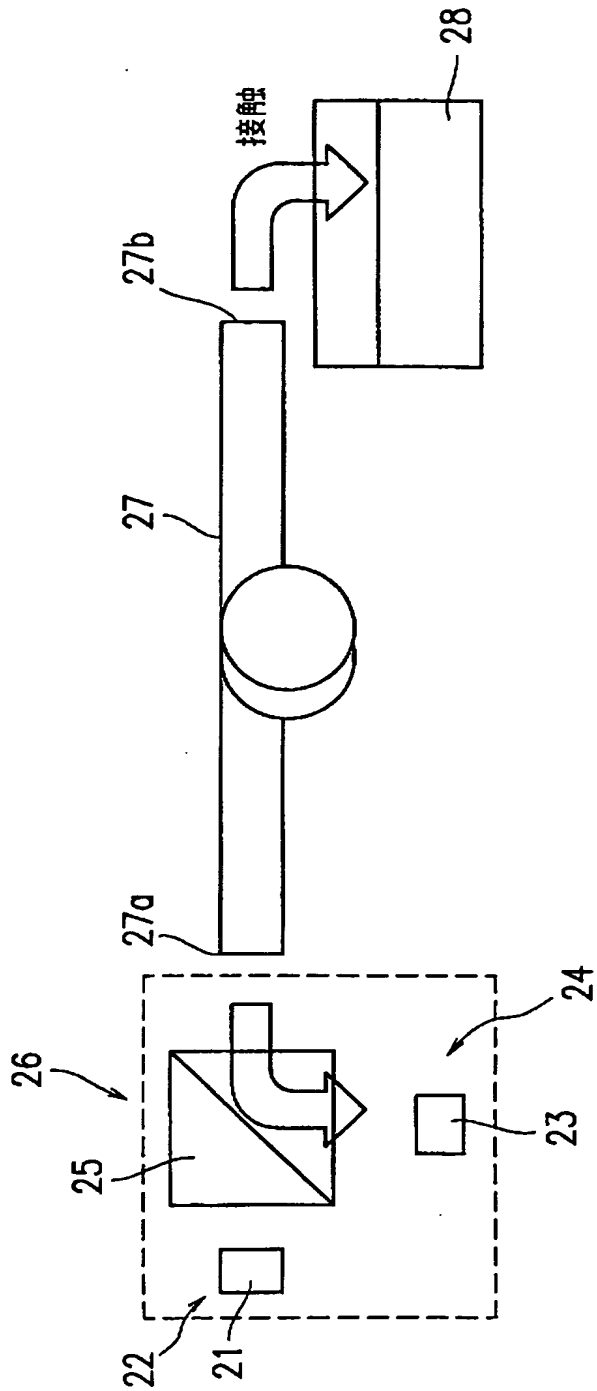
(A) 及び (B) は、それぞれ光ファイバーケーブルを用いた双方向光通信技術において、光ファイバーケーブルの先端部分と、送受信機の接続部分を説明する概略図である。

【符号の説明】

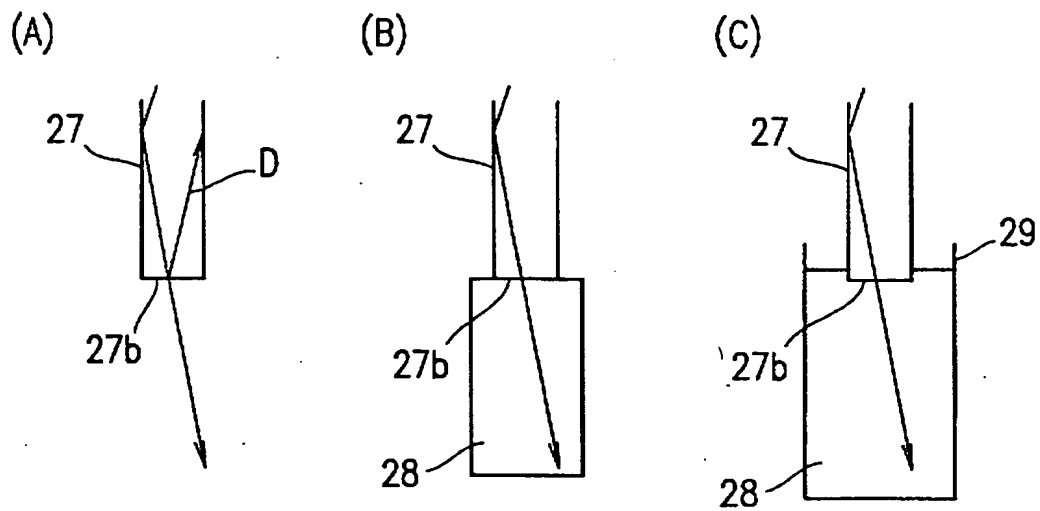
- 2 1 発光素子
- 2 2 送信機
- 2 3 受光素子
- 2 4 受信機
- 2 5 光分岐素子
- 2 6 送受信機
- 2 7 光ファイバーケーブル
- 2 7 a 端面
- 2 7 b 端面
- 2 8 固形物

【書類名】 図面

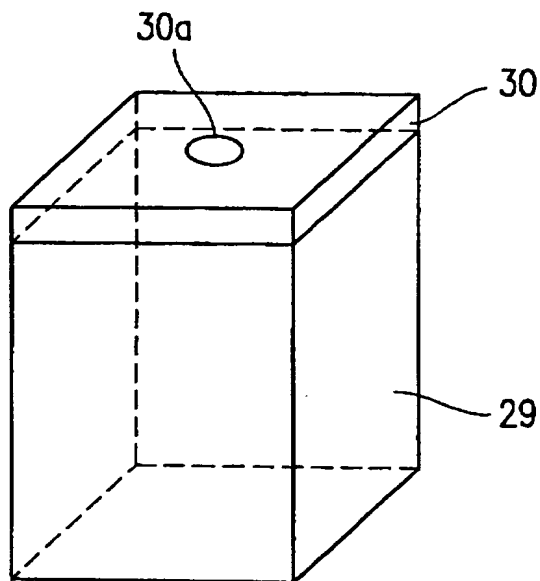
【図 1】



【図 2】

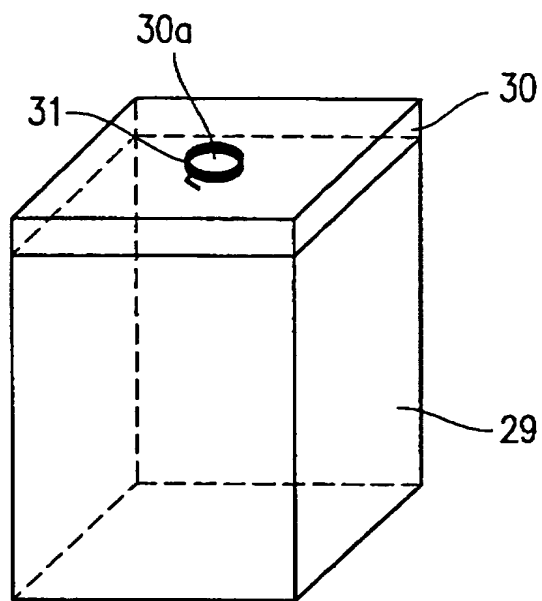


【図 3】

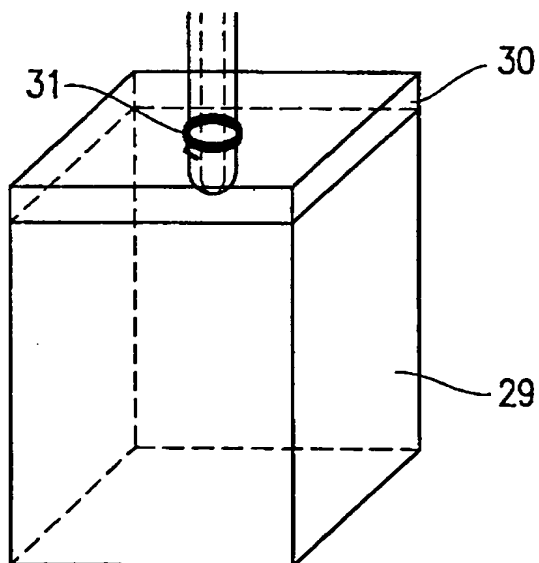


【図 4】

(A)

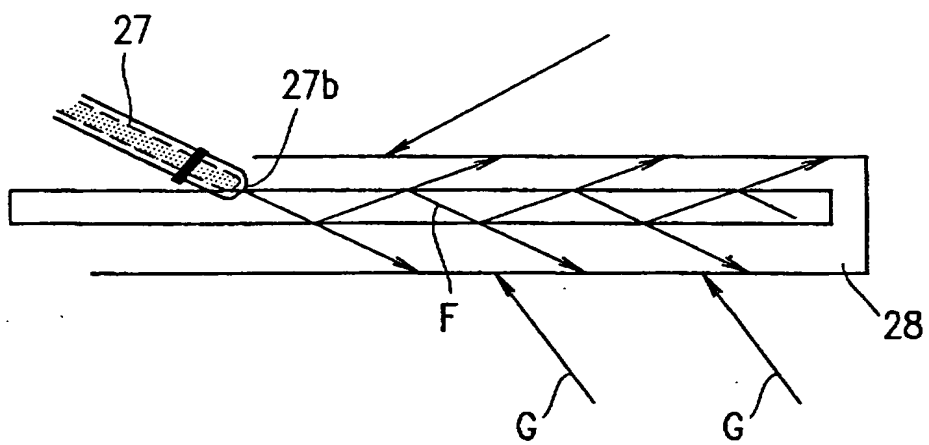


(B)

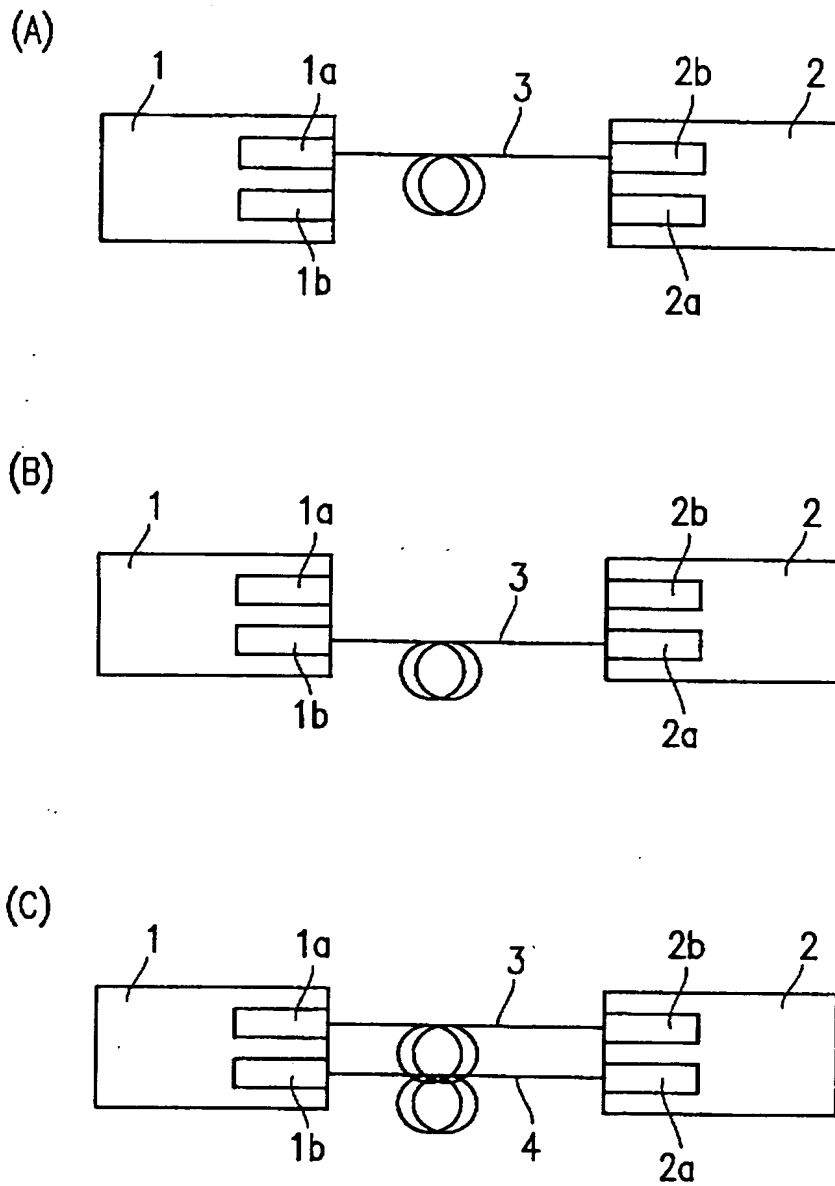




【図 5】

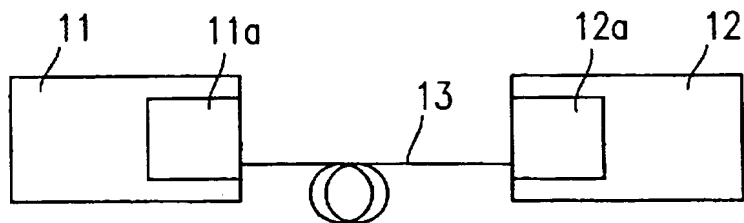


【図 6】

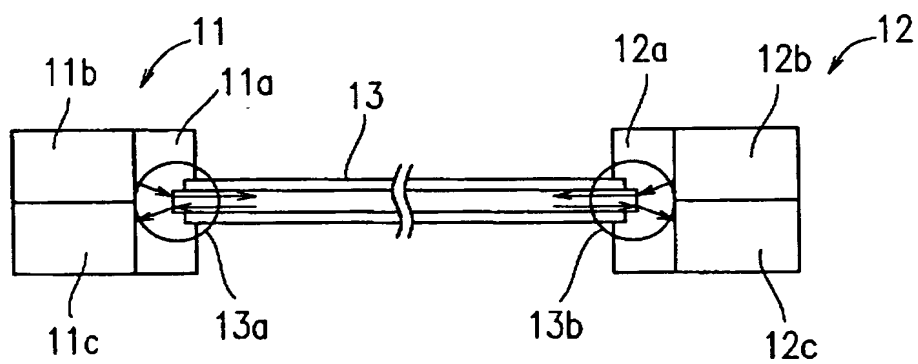


【図 7】

(A)

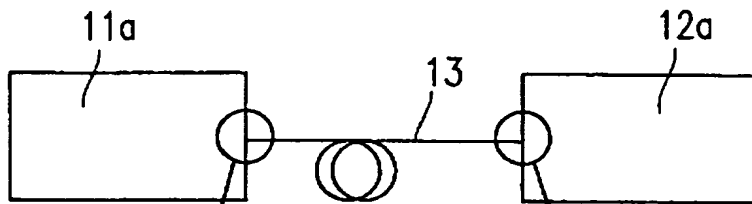


(B)

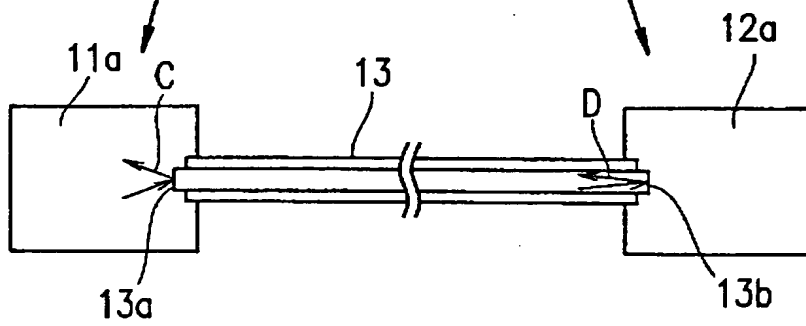


【図 8】

(A)



(B)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 繰り返し測定を行うことができることにより作業効率が悪化することがない、簡便な光ファイバーケーブルの遠端反射率の測定方法を提供する。

【解決手段】 光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b の遠端反射率を測定するに際して、光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b に、光ファイバーケーブル 2 7 の屈折率と同じ、あるいは同程度の屈折率を有する固形物 2 8 を接触させるので、精度よく遠端反射率を測定することができ、しかも、光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b に液状物質が付着することがないので、光ファイバーケーブル 2 7 の端面 2 7 b に付着した液状物質を取り除く作業が不要であり、簡単に、繰り返して遠端反射率の測定をすることができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名 シャープ株式会社